

## RECEIVER FOR RADIO COMMUNICATION

JP-A-2002-44176

Publication number: JP2002044176

Publication date: 2002-02-08

Inventor: NAGAI TAKAYUKI

Applicant: MITSUBISHI ELECTRIC CORP

Classification:

- international: H03J7/02; H04B1/16; H04L27/00; H04L27/22; H04L27/38; H03J7/02; H04B1/16; H04L27/00; H04L27/22; H04L27/38; (IPC1-7): H04L27/38; H03J7/02; H04B1/16; H04L27/22

- European: H04L27/00R

Application number: JP20000231065 20000731

Priority number(s): JP20000231065 20000731

Also published as:



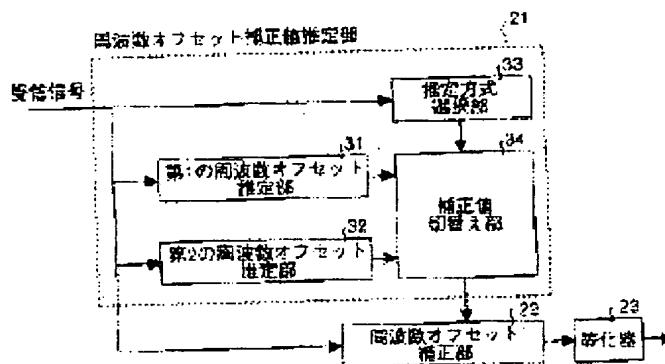
EP1225739 (A1)  
WO0211381 (A1)  
US6952570 (B2)  
US2002123311 (A1)  
CN1149799C (C)

COPY

Report a data error here

## Abstract of JP2002044176

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To obtain a receiver for radio communication that can realize excellent communication quality by estimating a frequency offset with high accuracy and accurately correcting the frequency offset even under a communication environment where frequency selective fading exists. **SOLUTION:** The receiver for radio communication is provided with a frequency offset correction value estimate section 21 that receives a signal including a prescribed fixed pattern from a transmitter side, and then selects a combination of fixed patterns used for estimate processing of the frequency offset depending on a state of a transmission channel, and outputs the estimate result of the frequency offset calculated by using the combination of the fixed pattern as a formal correction value of the frequency offset, with a frequency offset correction section 22 that corrects the frequency offset of the received signal on the basis of the correction value, and an equalizer 23 that receives the reception signal after the correction and uses a prescribed algorithm to demodulate the received signal.

Data supplied from the **esp@cenet** database - Worldwide

(19)日本国特許庁 (JP)

## (12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開2002-44176

(P2002-44176A)

(43)公開日 平成14年2月8日(2002.2.8)

(51)Int.Cl. <sup>7</sup>	識別記号	F I	テマコト <sup>*</sup> (参考)
H 04 L 27/38		H 03 J 7/02	5 J 103
H 03 J 7/02		H 04 B 1/16	R 5 K 004
H 04 B 1/16		H 04 L 27/00	G 5 K 061
H 04 L 27/22		27/22	D

審査請求 未請求 請求項の数14 O L (全12頁)

(21)出願番号 特願2000-231065(P2000-231065)

(22)出願日 平成12年7月31日(2000.7.31)

(71)出願人 000006013  
 三菱電機株式会社  
 東京都千代田区丸の内二丁目2番3号

(72)発明者 永易 孝幸  
 東京都千代田区丸の内二丁目2番3号 三菱電機株式会社内

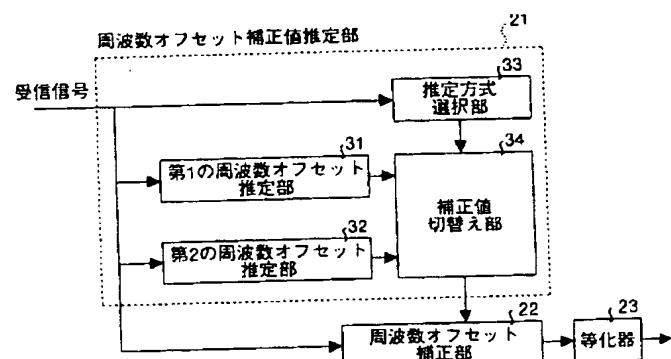
(74)代理人 100089118  
 弁理士 酒井 宏明  
 Fターム(参考) 5J103 AA00 CB01 DA27 DA34 HC07  
 5K004 AA01 BA02 BD01  
 5K061 AA11 BB12 CC11 CC14 CC53

## (54)【発明の名称】 無線通信用受信装置

## (57)【要約】

【課題】 周波数選択性フェージングの存在する通信環境下においても、精度良く周波数オフセットを推定し、かつ正確に周波数オフセットを補正することにより、良好な通信品質を実現することが可能な無線通信用受信装置を得ること。

【解決手段】 送信側から所定の固定パターンを含んだ信号を受け取り、その後、周波数オフセットの推定処理に利用する固定パターンの組み合わせを伝送路の状態に応じて選択し、当該固定パターンの組み合わせを用いて計算した周波数オフセットの推定結果を、正式な周波数オフセットの補正值として出力する周波数オフセット補正値推定部21と、前記補正值に基づいて受信信号の周波数オフセットを補正する周波数オフセット補正部22と、前記補正後の受信信号を受け取り、当該受信信号を所定のアルゴリズムを用いて復調する等化器23と、を備える構成とする。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 送信側から所定の固定パターンを含んだ信号を受け取り、その後、周波数オフセットの推定処理を利用する固定パターンの組み合わせを伝送路の状態に応じて選択し、当該固定パターンの組み合わせを用いて計算した周波数オフセットの推定結果を、正式な周波数オフセットの補正值として出力する周波数オフセット補正值推定手段と、

前記補正值に基づいて受信信号の周波数オフセットを補正する周波数オフセット補正手段と、

前記補正後の受信信号を受け取り、当該受信信号を所定のアルゴリズムを用いて復調する等化手段と、

を備えることを特徴とする無線通信用受信装置。

【請求項2】 さらに、前記周波数オフセット補正值推定手段にて所定回数にわたって計算された補正值を平均化する平均化手段と、

前記平均化結果をフィードバックして後続の受信信号の周波数オフセットを補正するフィードバック補正手段と、

を備え、

前記周波数オフセット補正手段が、前記フィードバック補正手段にて補正できなかった周波数オフセット成分に対して補正を行うことを特徴とする請求項1に記載の無線通信用受信装置。

【請求項3】 さらに、前記周波数オフセット補正值推定手段にて所定回数にわたって計算された補正值を平均化する平均化手段、

を備え、

前記平均化結果に基づいて受信側における発振器を直接制御することで後続の受信信号の周波数オフセットを補正し、

さらに、前記周波数オフセット補正手段が、前記発振器にて補正できなかった周波数オフセット成分に対して補正を行うことを特徴とする請求項1に記載の無線通信用受信装置。

【請求項4】 送信側から所定の固定パターンを含んだ信号を受け取り、その後、周波数オフセットの推定処理を利用する固定パターンの組み合わせを伝送路の状態に応じて選択し、当該固定パターンの組み合わせを用いて計算した周波数オフセットの推定結果を、正式な周波数オフセットの補正值として出力する周波数オフセット補正值推定手段と、

前記周波数オフセット補正值推定手段にて所定回数にわたって計算された補正值を平均化する平均化手段と、

前記平均化結果をフィードバックして後続の受信信号の周波数オフセットを補正するフィードバック補正手段と、

前記補正後の受信信号を受け取り、当該受信信号を所定のアルゴリズムを用いて復調する等化手段と、

を備えることを特徴とする無線通信用受信装置。

【請求項5】 送信側から所定の固定パターンを含んだ信号を受け取り、その後、周波数オフセットの推定処理を利用する固定パターンの組み合わせを伝送路の状態に応じて選択し、当該固定パターンの組み合わせを用いて計算した周波数オフセットの推定結果を、周波数オフセットの補正值として出力するP(任意の整数)系統の周波数オフセット補正值推定手段と、

前記P個の補正值を平均化し、その平均化結果を各系統共通の周波数オフセットの補正值として出力する合成手段と、

前記共通の補正值に基づいて受信信号の周波数オフセットを補正するP系統の周波数オフセット補正手段と、

前記補正後のP個の受信信号を受け取り、当該受信信号を所定のアルゴリズムを用いて復調する等化手段と、

を備えることを特徴とする無線通信用受信装置。

【請求項6】 さらに、前記合成手段にて所定回数にわたって計算された補正值を平均化する平均化手段と、前記平均化結果をフィードバックして後続の受信信号の周波数オフセットを補正するP系統のフィードバック補正手段と、

を備え、

前記P系統の周波数オフセット補正手段が、前記P系統のフィードバック補正手段にて補正できなかった、それぞれ対応する周波数オフセット成分に対して補正を行うことを特徴とする請求項5に記載の無線通信用受信装置。

【請求項7】 さらに、前記合成手段にて所定回数にわたって計算された補正值を平均化する平均化手段、

を備え、

前記平均化結果に基づいて受信側における発振器を直接制御することで後続の受信信号の周波数オフセットを補正し、

さらに、前記P系統の周波数オフセット補正手段が、前記発振器にて補正できなかった、それぞれ対応する周波数オフセット成分に対して補正を行うことを特徴とする請求項5に記載の無線通信用受信装置。

【請求項8】 送信側から所定の固定パターンを含んだ信号を受け取り、その後、周波数オフセットの推定処理を利用する固定パターンの組み合わせを伝送路の状態に応じて選択し、当該固定パターンの組み合わせを用いて計算した周波数オフセットの推定結果を、周波数オフセットの補正值として出力するP(任意の整数)系統の周波数オフセット補正值推定手段と、

前記P個の補正值を平均化し、その平均化結果を各系統共通の周波数オフセットの補正值として出力する合成手段と、

前記合成手段にて所定回数にわたって計算された補正值を平均化する平均化手段と、

前記平均化結果をフィードバックして後続の受信信号の周波数オフセットを補正するP系統のフィードバック補

正手段と、

前記補正後のP個の受信信号を受け取り、当該受信信号を所定のアルゴリズムを用いて復調する等化手段と、を備えることを特徴とする無線通信用受信装置。

【請求項9】 前記周波数オフセット補正値推定手段は、

位置の異なる同一の固定パターンを用いて受信信号の周波数オフセットを推定する第1の周波数オフセット推定手段と、

前記第1の周波数オフセット推定手段に用いられる固定パターン以外、かつ位置の異なる同一の固定パターン、を用いて受信信号の周波数オフセットを推定する第2の周波数オフセット推定手段と、

伝送路の状態に応じていずれか一方の周波数オフセットの推定値を選択する推定値選択手段と、

前記選択結果に基づいて前記推定値の出力を切り替える推定値切替え手段と、

を備えることを特徴とする請求項1～8のいずれか一つに記載の無線通信用受信装置。

【請求項10】 前記推定値選択手段は、  
固定パターンを利用して伝送路の遅延量を推定する伝送路遅延推定手段と、  
固定パターンを利用して雑音電力を推定する雑音電力推定手段と、  
前記伝送路遅延の推定値および前記雑音電力の推定値に基づいて、どちらの周波数オフセットの推定値を選択した方がよいか、を判定する推定値判定手段と、  
を備えることを特徴とする請求項9に記載の無線通信用受信装置。

【請求項11】 前記推定値選択手段は、  
固定パターンを利用して伝送路の遅延量を推定する伝送路遅延推定手段と、  
前記伝送路遅延の推定値に基づいて、どちらの周波数オフセットの推定値を選択した方がよいか、を判定する推定値判定手段と、  
を備えることを特徴とする請求項9に記載の無線通信用受信装置。

【請求項12】 前記伝送路遅延推定手段は、到来するパス単位に電力を推定し、さらに、最大電力のパスを含むM（Mは自然数）本のパスの電力に基づいてしきい値を計算し、当該しきい値より大きな電力をもつパスが含まれる範囲を伝送路遅延の推定値とすることを特徴とする請求項10または11に記載の無線通信用受信装置。

【請求項13】 前記伝送路遅延推定手段は、到来するパス単位に電力を推定し、さらに、前記雑音電力に基づいてしきい値を計算し、当該しきい値より大きな電力をもつパスが含まれる範囲を伝送路遅延の推定値とすることを特徴とする請求項10に記載の無線通信用受信装置。

【請求項14】 前記伝送路遅延推定手段は、到来する

パス単位に電力を推定し、さらに、最大電力のパスを含むM（Mは自然数）本のパスの電力、または前記雑音電力、に基づいてしきい値を計算し、当該しきい値より大きな電力をもつパスが含まれる範囲を伝送路遅延の推定値とすることを特徴とする請求項10に記載の無線通信用受信装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は、自動車電話、携帯電話、コードレス電話等の無線通信分野に採用可能な受信装置に関するものであり、特に、周波数オフセット補正機能を有する無線通信用受信装置に関するものである。

【0002】

【従来の技術】 以下、従来の無線通信用受信装置について説明する。たとえば、送信機では、音声を符号化したデータやインターネットのデータなどを含んだ情報データに対して伝送路符号化を実行し、送信するための信号を生成する。そして、その信号を変調後、内部の発振器の生成する周波数に基づいてアップコンバートを実行し、ここで得られる送信信号を、アンテナを経由して送信する。

【0003】 その後、この送信信号は、アンテナを経由して受信機によって受け取られ、内部の発振器の生成する周波数に基づいてダウンコンバートされる。そして、ダウンコンバート後の受信信号は、アナログ／デジタル変換器により、デジタルの受信信号（以降、単に受信信号と呼ぶ）に変換される。

【0004】 なお、一般的には、送信機内部の発振器と受信機内部の発振器との間には周波数のずれが存在する。このような場合、上記周波数のずれ、すなわち、周波数オフセットが、受信信号の歪みの原因となる。このため、品質の良い通信を実現されるためには、周波数オフセットを補正する必要がある。

【0005】 さらに、自動車電話などの通信環境では、符号間干渉をともなう周波数選択性フェージングにより、受信信号に歪みが発生する場合がある。このような場合、受信機では、符号間干渉を考慮しつつ、周波数オフセットの補正処理および復調処理を行う必要がある。

【0006】 周波数オフセット補正機能を有した従来の受信装置としては、たとえば、特開平10-163816号公報に記載された自動周波数制御回路（以降、従来の受信装置と呼ぶ）がある。この例では、送信装置側が、プリアンブルパターンとして、固定のPN信号のパターンを繰り返し送信し、受信装置側が、プリアンブル期間中に復調された1周期前のPN信号の成分と、現在のPNコードの信号成分と、をもとに1シンボルあたりの位相差を求める。従来の受信装置では、この位相差に基づいて、データ期間中にシンボル単位で位相の補正を行う。

## 【0007】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、上記、従来の受信装置においては、プリアンブルパターンを利用してもとめた位相差に基づいて位相の補正を行う一方で、たとえば、周波数オフセットの推定精度を向上させるためにプリアンブル期間を長くすると、情報の伝送効率が劣化し、逆に、情報の伝送効率を向上させるためにプリアンブル期間を短くすると、周波数オフセットの推定精度が劣化し、いずれにしても通信品質が悪くなる、という問題があった。

【0008】本発明は、上記に鑑みてなされたものであって、たとえば、周波数選択性フェージングの存在する通信環境下においても、精度良く周波数オフセットを推定し、かつ正確に周波数オフセットを補正することにより、良好な通信品質を実現することが可能な無線通信用受信装置を得ることを目的とする。

## 【0009】

【課題を解決するための手段】上述した課題を解決し、目的を達成するために、本発明にかかる無線通信用受信装置にあっては、送信側から所定の固定パターンを含んだ信号を受け取り、その後、周波数オフセットの推定処理に利用する固定パターンの組み合わせを伝送路の状態に応じて選択し、当該固定パターンの組み合わせを用いて計算した周波数オフセットの推定結果を、正式な周波数オフセットの補正值として出力する周波数オフセット補正値推定手段（後述する実施の形態の周波数オフセット補正値推定部21に相当）と、前記補正值に基づいて受信信号の周波数オフセットを補正する周波数オフセット補正手段（周波数オフセット補正部22に相当）と、前記補正後の受信信号を受け取り、当該受信信号を所定のアルゴリズムを用いて復調する等化手段（等化器23に相当）と、を備えることを特徴とする。

【0010】つぎの発明にかかる無線通信用受信装置にあっては、さらに、前記周波数オフセット補正値推定手段にて所定回数にわたって計算された補正值を平均化する平均化手段（平均化部51に相当）と、前記平均化結果をフィードバックして後続の受信信号の周波数オフセットを補正するフィードバック補正手段（周波数オフセット補正部52に相当）と、を備え、前記周波数オフセット補正手段が、前記フィードバック補正手段にて補正できなかった周波数オフセット成分に対して補正を行うことを特徴とする。

【0011】つぎの発明にかかる無線通信用受信装置にあっては、さらに、前記周波数オフセット補正値推定手段にて所定回数にわたって計算された補正值を平均化する平均化手段、を備え、前記平均化結果に基づいて受信側における発振器を直接制御することで後続の受信信号の周波数オフセットを補正し、さらに、前記周波数オフセット補正手段が、前記発振器にて補正できなかった周波数オフセット成分に対して補正を行うことを特徴とす

る。

【0012】つぎの発明にかかる無線通信用受信装置にあっては、送信側から所定の固定パターンを含んだ信号を受け取り、その後、周波数オフセットの推定処理に利用する固定パターンの組み合わせを伝送路の状態に応じて選択し、当該固定パターンの組み合わせを用いて計算した周波数オフセットの推定結果を、正式な周波数オフセットの補正值として出力する周波数オフセット補正値推定手段（周波数オフセット補正値推定部21に相当）と、前記周波数オフセット補正値推定手段にて所定回数にわたって計算された補正值を平均化する平均化手段

（平均化部51に相当）と、前記平均化結果をフィードバックして後続の受信信号の周波数オフセットを補正するフィードバック補正手段（周波数オフセット補正部52に相当）と、前記補正後の受信信号を受け取り、当該受信信号を所定のアルゴリズムを用いて復調する等化手段（等化器23に相当）と、を備えることを特徴とする。

【0013】つぎの発明にかかる無線通信用受信装置にあっては、送信側から所定の固定パターンを含んだ信号を受け取り、その後、周波数オフセットの推定処理に利用する固定パターンの組み合わせを伝送路の状態に応じて選択し、当該固定パターンの組み合わせを用いて計算した周波数オフセットの推定結果を、周波数オフセットの補正值として出力するP（任意の整数）系統の周波数オフセット補正値推定手段（周波数オフセット補正値推定部21a, …, 21bに相当）と、前記P個の補正值を平均化し、その平均化結果を各系統共通の周波数オフセットの補正值として出力する合成手段（合成部24に相当）と、前記共通の補正值に基づいて受信信号の周波数オフセットを補正するP系統の周波数オフセット補正手段（周波数オフセット補正部22a, …, 22bに相当）と、前記補正後のP個の受信信号を受け取り、当該受信信号を所定のアルゴリズムを用いて復調する等化手段（等化器23aに相当）と、を備えることを特徴とする。

【0014】つぎの発明にかかる無線通信用受信装置にあっては、さらに、前記合成手段にて所定回数にわたって計算された補正值を平均化する平均化手段（平均化部51に相当）と、前記平均化結果をフィードバックして後続の受信信号の周波数オフセットを補正するP系統のフィードバック補正手段（周波数オフセット補正部52a, …, 52bに相当）と、を備え、前記P系統の周波数オフセット補正手段が、前記P系統のフィードバック補正手段にて補正できなかった、それぞれ対応する周波数オフセット成分に対して補正を行うことを特徴とする。

【0015】つぎの発明にかかる無線通信用受信装置にあっては、さらに、前記合成手段にて所定回数にわたって計算された補正值を平均化する平均化手段、を備え、

前記平均化結果に基づいて受信側における発振器を直接制御することで後続の受信信号の周波数オフセットを補正し、さらに、前記P系統の周波数オフセット補正手段が、前記発振器にて補正できなかった、それぞれ対応する周波数オフセット成分に対して補正を行うことを特徴とする。

【0016】つぎの発明にかかる無線通信用受信装置にあっては、送信側から所定の固定パターンを含んだ信号を受け取り、その後、周波数オフセットの推定処理に利用する固定パターンの組み合わせを伝送路の状態に応じて選択し、当該固定パターンの組み合わせを用いて計算した周波数オフセットの推定結果を、周波数オフセットの補正值として出力するP(任意の整数)系統の周波数オフセット補正值推定手段(周波数オフセット補正值推定部21a, …, 21bに相当)と、前記P個の補正值を平均化し、その平均化結果を各系統共通の周波数オフセットの補正值として出力する合成手段(合成部24に相当)と、前記合成手段にて所定回数にわたって計算された補正值を平均化する平均化手段(平均化部51に相当)と、前記平均化結果をフィードバックして後続の受信信号の周波数オフセットを補正するP系統のフィードバック補正手段(周波数オフセット補正部52a, …, 52bに相当)と、前記補正後のP個の受信信号を受け取り、当該受信信号を所定のアルゴリズムを用いて復調する等化手段(等化器23aに相当)と、を備えることを特徴とする。

【0017】つぎの発明にかかる無線通信用受信装置において、前記周波数オフセット補正值推定手段は、位置の異なる同一の固定パターンを用いて受信信号の周波数オフセットを推定する第1の周波数オフセット推定手段(第1の周波数オフセット推定部31に相当)と、前記第1の周波数オフセット推定手段に用いられる固定パターン以外、かつ位置の異なる同一の固定パターン、を用いて受信信号の周波数オフセットを推定する第2の周波数オフセット推定手段(第2の周波数オフセット推定部32に相当)と、伝送路の状態に応じていずれか一方の周波数オフセットの推定値を選択する推定値選択手段(推定方式選択部33に相当)と、前記選択結果に基づいて前記推定値の出力を切り替える推定値切替え手段(補正值切替え部34に相当)と、を備えることを特徴とする。

【0018】つぎの発明にかかる無線通信用受信装置において、前記推定値選択手段は、固定パターンを利用して伝送路の遅延量を推定する伝送路遅延推定手段(伝送路遅延推定部41に相当)と、固定パターンを利用して雑音電力を推定する雑音電力推定手段(雑音電力推定部42に相当)と、前記伝送路遅延の推定値および前記雑音電力の推定値に基づいて、どちらの周波数オフセットの推定値を選択した方がよいか、を判定する推定値判定手段(推定方式判定部43に相当)と、を備えることを

特徴とする。

【0019】つぎの発明にかかる無線通信用受信装置において、前記推定値選択手段は、固定パターンを利用して伝送路の遅延量を推定する伝送路遅延推定手段と、前記伝送路遅延の推定値に基づいて、どちらの周波数オフセットの推定値を選択した方がよいか、を判定する推定値判定手段と、を備えることを特徴とする。

【0020】つぎの発明にかかる無線通信用受信装置において、前記伝送路遅延推定手段は、到来するパス単位に電力を推定し、さらに、最大電力のパスを含むM(Mは自然数)本のパスの電力に基づいてしきい値を計算し、当該しきい値より大きな電力をもつパスが含まれる範囲を伝送路遅延の推定値とすることを特徴とする。

【0021】つぎの発明にかかる無線通信用受信装置において、前記伝送路遅延推定手段は、到来するパス単位に電力を推定し、さらに、前記雑音電力に基づいてしきい値を計算し、当該しきい値より大きな電力をもつパスが含まれる範囲を伝送路遅延の推定値とすることを特徴とする。

【0022】つぎの発明にかかる無線通信用受信装置において、前記伝送路遅延推定手段は、到来するパス単位に電力を推定し、さらに、最大電力のパスを含むM(Mは自然数)本のパスの電力、または前記雑音電力、に基づいてしきい値を計算し、当該しきい値より大きな電力をもつパスが含まれる範囲を伝送路遅延の推定値とすることを特徴とする。

【0023】

【発明の実施の形態】以下に、本発明にかかる無線通信用受信装置の実施の形態を図面に基づいて詳細に説明する。なお、この実施の形態によりこの発明が限定されるものではない。

【0024】実施の形態1. 図1は、本発明にかかる無線通信用受信装置(以降、単に受信装置と呼ぶ)の実施の形態1の構成((a)参照)と、既知の無線通信用送信装置(以降、単に送信装置と呼ぶ)の構成((b)参照)を示す図である。図1(a)において、1は受信装置であり、2はアンテナであり、3は発振器であり、4はダウンコンバート部であり、5はA/D変換部であり、6は復調部であり、7は誤り訂正部である。また、図1(b)において、11は送信装置であり、12は送信データ生成部であり、13は変調部であり、14は発振器であり、15はアップコンバート部であり、16はアンテナである。

【0025】ここで、上記受信装置1および送信装置11における主要部の基本動作を簡単に説明する。たとえば、送信装置11では、まず、送信データ生成部12が、音声を符号化したデータやインターネットのデータ等を含む情報データに対して伝送路符号化を実施することで、送信データを生成する。つぎに、変調部13が、送信データ生成部12出力の送信データを変調し、さら

に、アップコンバート部15が、発振器14の生成する周波数に基づいて変調後の送信データをアップコンバートし、アップコンバート後の送信信号を、アンテナ16を経由して送信する。

【0026】一方、上記本発明にかかる受信装置1では、アンテナ2を経由して上記送信信号を受け取り、まず、ダウンコンバート部4が、発振器3の生成する周波数に基づいて受け取った信号をダウンコンバートする。つぎに、アナログ/デジタル変換部5（以降、A/D変換部5と呼ぶ）が、ダウンコンバート後のアナログ信号をデジタル信号（以降、単に受信信号と呼ぶ）に変換し、さらに、復調部6が、A/D変換後の受信信号を復調し（本発明の特徴である復調部6の詳細については後述する）、最後に、誤り訂正部7が、復調後の信号に対してデインタリーブ処理および復号処理等の誤り訂正処理を行う。

【0027】図2は、上記送信装置11によって生成される送信フレームフォーマットの一例を示す図である。たとえば、トレーニング信号201は、受信装置1側において既知の信号であり、固定パターン201aおよび固定パターン201cと、その間に挟まれた任意の固定パターン201bと、から構成される。また、トレーニング信号201の両側には、情報信号202aと情報信号202bがあり、さらにその外側には、固定パターン203aと固定パターン203bがある。また、本実施の形態では、固定パターン201aと固定パターン201c、固定パターン203aと固定パターン203bは、それぞれ同じパターンである必要がある。なお、固定パターン201bはなくてもよい。

【0028】ここで、上記図2の送信フレームフォーマットの具体例を示す。たとえば、送信フレームフォーマットは、000XXXXXX010111010100101110XXXXXX000のように表すことができる。ただし、XX…XXは、情報信号202aおよび202bを表し、情報信号の外側の“000”は、固定パターン203aおよび203bを表し、情報信号の内側の“0101110”は、固定パターン201aおよび201cを表し、中心の“11010”は、任意の固定パターン201bを表す。

$$F_1 = \sum [r(N13+i) \times \text{CONJG}\{r(N11+i)\}]$$

… (1)

$$f_1 = \arctan \{ \text{Im}(F_1) / \text{Re}(F_1) \} / (N13 - N11)$$

… (2)

{Im(F1) / Re(F1)}は実数Im(F1) / Re(F1)の逆正接を表す。また、(1)式のΣは、i=Lからi=N1-1までの総和を計算することとし、このとき、N1は固定パターン201aおよび201cの長さを表し、Lは伝送路で発生する有効な遅延波の最大遅延時間に相当する長さを表す。

【0034】このようにして、(1)式によりもとめら

【0033】ただし、N11は受信信号r(n)における固定パターン201aの先頭位置に相当する時間を表し、N13は受信信号r(n)における固定パターン201cの先頭位置に相当する時間を表し、CONJG{r(N11+i)}は複素数r(N11+i)の複素共役を表し、Re(F1)は複素数F1の実部を表し、Im(F1)は複素数F1の虚部を表し、arctan

れたF1は、(N13-N11)シンボル間に生じる位相回転量の推定値(複素数)を、受信信号の電力に相当する重みで合成した結果を示す。そして、式(2)によりもとめられたf1は、1シンボル間に生じる位相回転量の推定値(角度)を示す。

$$F3 = r(N32+N3-1) \times \text{CONJG}\{r(N31+N3-1)\} \quad \dots (3)$$

$$f3 = \arctan\{\text{Im}(F3)/\text{Re}(F3)\} / (N32-N31) \quad \dots (4)$$

【0036】ただし、N31は受信信号r(n)における固定パターン203aの先頭位置に相当する時間を表し、N32は受信信号r(n)における固定パターン203bの先頭位置に相当する時間を表し、N3は固定パターン203aおよび203bの長さを表す。

【0037】このようにして(3)式によりもとめられたF3は、(N32-N31)シンボル間に生じる位相回転量の推定値(複素数)を示す。そして、(4)式によりもとめられたf3は、1シンボル間に生じる位相回転量の推定値(角度)を示す。

【0038】推定方式選択部33では、受信信号に含まれるトレーニング信号を利用して、第1の周波数オフセット推定部31の出力する周波数オフセットの推定値

$$r'(n) = r(n) \times \{\cos(n \times f) - j \cdot \sin(n \times f)\} \quad \dots (5)$$

ただし、jは(-1)の平方根であり、r'(n)は補正後の受信信号を表し、fは補正値切替え部34が出力する補正值を表す。

【0041】最後に、等化器23では、周波数オフセットによるひずみが補正された状態の受信信号を受け取り、その後、周波数選択性フェージングなどのマルチパスによるひずみを考慮して復調を行い、その復調結果を、後続の誤り訂正部7に対して出力する。なお、等化器23の構成は、上記に限定するものではなく、公知の技術である最尤系列推定(MLSE: Maximum-Likelihood Sequence Estimation)、判定帰還型系列推定(DFS E: Decision-Feedback Sequence Estimation)もしくはDDFSE: Delayed Decision-Feedback Sequence Estimation)、判定帰還型等化器(DFE: Decision-Feedback Equalizer)、RSSE(Reduced-State Sequence Estimation)、リスト出力ビタビ等化器(LVE: List-output Viterbi Equalizer)、Mアルゴリズムを利用した等化器、SOVA(Soft-Output Viterbi Algorithm)、MAP(Maximum a Posteriori)やMax-log-MAPやLog-MAPなどのアルゴリズムを利用した軟判定出力等化器、およびこれらの等化器を変形した等化器等、を利用することが可能である。また、誤り訂正部7を含めた構成を用いて、Turbo Equalizerや誤り訂正機能を結合した等化器を利用することとしてもよい。

【0042】つぎに、上記各周波数オフセットの推定値の選択方法について説明する。図5は、上記推定方式選

【0035】一方、第2の周波数オフセット推定部32では、受信信号(図2の送信フレームフォーマット参照)に含まれる固定パターン203aと固定パターン203bを利用して、以下の(3)(4)式のように、周波数オフセットを推定する。

$$F3 = r(N32+N3-1) \times \text{CONJG}\{r(N31+N3-1)\} \quad \dots (3)$$

$$f3 = \arctan\{\text{Im}(F3)/\text{Re}(F3)\} / (N32-N31) \quad \dots (4)$$

か、または、第2の周波数オフセット推定部32の出力する周波数オフセットの推定値、のいずれかを選択する。

【0039】補正値切替え部34では、推定方式選択部33による選択結果に基づいて、周第1の波数オフセット推定部31が出力する周波数オフセットの推定値か、または、第2の周波数オフセット推定部32が出力する周波数オフセットの推定値の、いずれかに出力を切り替え、ここで選択された一方の推定値を、補正値として後続の周波数オフセット補正部22に対して出力する。

【0040】周波数オフセット補正部22では、補正値切替え部34が出力する補正值に基づいて、以下の(5)式を用いて受信信号の補正を行う。

$$r'(n) = r(n) \times \{\cos(n \times f) - j \cdot \sin(n \times f)\} \quad \dots (5)$$

選択部33の構成例を示す図である。図5において、41は伝送路遅延推定部であり、42は雑音電力推定部であり、43は推定方式判定部である。

【0043】まず、伝送路遅延推定部41では、受け取った受信信号に含まれるトレーニング信号を利用して、伝送路の最大有効遅延波の遅延時間を推定し、その結果を伝送路遅延時間として、推定方式判定部43に対して出力する。一方、雑音電力推定部42では、受け取った受信信号に含まれるトレーニング信号を利用して雑音電力を推定し、その結果を推定方式判定部43に対して出力する。そして、推定方式判定部43では、第1の周波数オフセット推定部31が出力する周波数オフセットの推定値か、または、第2の周波数オフセット推定部32が出力する周波数オフセットの推定値、のどちらを選択した方がよいかを、受け取った雑音電力推定値および伝送路遅延推定値に基づいて判定する。

【0044】ここで、上記推定方式選択部33内の動作を、たとえば、固定パターン203aおよび203b間の長さをN3=3とし、固定パターン201aおよび201c間の長さN1=10とし、さらに、(N13-N11)に比べ(N32-N31)の方が非常に大きい場合を例として、具体的に説明する。

【0045】この場合、推定精度に関しては、第2の周波数オフセット推定部32出力の推定値の方が、(N32-N31)シンボル間隔に生じる位相回転量から1シンボル間隔に生じる位相回転量を計算するため、精度良

く推定できる。しかしながら、N3よりも伝送路の最大有効遅延波の遅延時間が大きいような場合には、遅延波の影響のため、第2の周波数オフセット推定部32出力の推定値の推定精度が劣化し、もう一方の第1の周波数オフセット推定部31出力の推定値の方が、精度よく推定できる。

【0046】そこで、推定方式判定部43では、伝送路遅延の推定値が固定パターン203aおよび203b間の長さN3より大きいような場合、もしくは、雑音電力の推定値が特定のしきい値より大きいような場合に、第1の周波数オフセット推定部31出力の周波数オフセットの推定値を選択する。そして、それ以外の場合には、第2の周波数オフセット推定部32出力の周波数オフセットの推定値を選択する。

【0047】つぎに、上記伝送路遅延の推定方法について説明する。図6は、伝送路遅延推定部41における伝送路遅延の推定方法を示す図である。図6において、601a, 601b, 601c, 601d, 601e, 601fはパス電力であり、602は電力のしきい値である。

【0048】伝送路遅延推定部41では、受信信号とトレーニング信号とをもとにして、パス電力を推定する。図示のパス電力601a～601fは推定結果であり、横軸は時間を示している。この場合、パス電力601aは、直接到来するパスの電力であり、パス電力601fは、最も遅延時間の大きなパスの電力である。つぎに、伝送路遅延推定部41では、パス電力601a～601cの電力和を計算し、この電力和に固定の定数をかけた値をしきい値602とする。そして、しきい値602より大きな電力を持つパスまでの範囲をこの伝送路の遅延量とする。これにより、正確な遅延量を知ることができ、推定方式判定部43にて明確な判定基準を設けることができるため、推定方式選択部33が、補正值切替え部34の切り替え制御を容易かつ高精度に実施できる。

【0049】なお、他の伝送路遅延の推定方法としては、たとえば、雑音電力推定部42にて計算した雑音電力に固定の定数をかけた値をしきい値602とし、この状態で、しきい値602より大きな電力を持つパスまでの範囲を伝送路の遅延量とすることも可能である。

【0050】また、上記2例と異なる伝送路遅延の推定方法としては、たとえば、パス電力601a～601cの電力和と、雑音電力推定部42にて計算した雑音電力と、を比較し、値の大きい方に固定の定数をかけた値をしきい値602とし、この状態で、しきい値602より大きな電力を持つパスまでの範囲を伝送路の遅延量とすることとしてもよい。

【0051】このように、本実施の形態においては、伝送路の状態などの通信条件により利用する周波数オフセットの推定値を選択し、さらに、選択された周波数オフセットの推定値に基づいて、受信信号における周波数オ

フセットに依存したひずみを補正することで、マルチパスによる符号間干渉が存在するような通信環境においても、良好な通信品質を実現できる。

【0052】なお、本実施の形態においては、各周波数オフセット推定部にて実際に(2)式および(4)式の計算を行ったが、これに限らず、たとえば、その計算結果をROMテーブルに置き換えておくことで実現することとしてもよい。

【0053】また、本実施の形態においては、上記のように、両方の周波数オフセット推定部を動作させたが、これに限らず、たとえば、推定方式選択部33にて選択された、第1の周波数オフセット推定部31および第2の周波数オフセット推定部32のいずれか一方だけを動作させることとしてもよい。

【0054】また、推定方式判定部43は、伝送路遅延の推定値のみから、使用する周波数オフセットの推定値を判定することとしてもよいし、逆に、雑音電力の推定値のみから、使用する周波数オフセットの推定値を判定することとしてもよい。

【0055】また、推定方式選択部33では、上記伝送路の状態だけでなく、利用する周波数帯によって周波数オフセットの推定値を選択することとしてもよい。通常、周波数オフセット量は、利用する周波数帯に比例して大きくなるため、たとえば、高い方の周波数帯を利用する場合に、第1の周波数オフセット推定部31出力の周波数オフセットの推定値を使用し、低い方の周波数帯を利用する場合に、第2の周波数オフセット推定部32出力の周波数オフセットの推定値を使用する。これは、周波数オフセットによる位相回転量が大きく、(N32-N31)シンボル間隔に生じる位相回転量がπを超えてしまう場合に、第2の周波数オフセット推定部32にて、周波数オフセットを正確に推定することができなくなるからである。

【0056】また、本実施の形態においては、周波数オフセット補正值推定部21が、(1)式～(4)式の処理を行ったが、これに限らず、たとえば、周波数オフセット補正值推定部21が、(1)式および(3)式の処理を行うことで複素数の周波数オフセットの推定値を出力し、その後、周波数オフセット補正部22が、(2)式および(4)式の処理を行うこととしてもよい。

【0057】実施の形態2、図7は、本発明にかかる受信装置の実施の形態2の構成を示す図であり、詳細には、実施の形態2における復調部6の構成を示す図である。図7において、51は平均化部であり、52は周波数オフセット補正部である。なお、その他の構成については、先に説明した実施の形態1の図4と同様であるため、同一の符号を付してその説明を省略する。以降、本実施の形態では、前述の実施の形態1と異なる部分についてのみ説明を行う。

【0058】たとえば、平均化部51では、前述の周波

数オフセット補正值推定部21が出力する周波数オフセット補正值に対して平均化を実施する。また、周波数オフセット補正部52では、平均化部51が出力する平均

$$f_{\cdot}(m) = f_{\cdot}(m-1) + \Delta f_{\cdot}(m-1) \quad \cdots (6)$$

$$r'_{\cdot}(n) = r_{\cdot}(n) \times [\cos\{\pi \times f_{\cdot}(m)\} - j \cdot \sin\{\pi \times f_{\cdot}(m)\}] \quad \cdots (7)$$

【0059】ただし、 $\Delta f_{\cdot}(m)$  は m 番目のフレームにおいて平均化部51が出力する周波数オフセット補正值であり、 $f_{\cdot}(m)$  は m 番目のフレームにおいて周波数オフセット補正部22が受信信号の補正に利用するための周波数オフセット補正值である。

【0060】なお、本実施の形態においては、周波数オフセット補正部22が、周波数オフセット補正部52にて補正できなかった周波数オフセット成分に対して、受信信号の補正を行う。また、周波数オフセット補正部22を省いた構成とすることで回路構成を簡素化することとしてもよい。

【0061】このように、本実施の形態においては、実施の形態1と同様の効果が得られるとともに、複数フレームにわたって周波数オフセットの推定値を平均化することで、より精度の高い周波数オフセットの推定が可能となり、さらに、この推定値をもとに周波数オフセットを補正することで、より良好な通信品質を実現できる。

【0062】なお、本実施の形態においては、周波数オフセット補正部52にて周波数オフセットの補正を行っているが、これに限らず、たとえば、ここでは、周波数オフセット補正部52を設ける代わりに、発振器3の周波数を直接制御することとしてもよい。

【0063】また、本実施の形態においては、周波数オフセット補正值推定部21が、(1)式および(3)式の処理を行うことで複素数の周波数オフセットの推定値を出力し、その後、周波数オフセット補正部22または周波数オフセット補正部52が、(2)式および(4)式の処理を行うこととしてもよい。

【0064】実施の形態3、図8は、本発明にかかる受信装置の実施の形態3の構成を示す図である。図8において、1aは受信装置であり、2a, …, 2bはP個(任意の整数)のアンテナであり、3は発振器であり、4a, …, 4bはP個のダウンコンバート部であり、5a, …, 5bはP個のA/D変換部であり、6aは復調部であり、7は誤り訂正部である。

【0065】ここで、上記受信装置1aにおける主要部の基本動作を簡単に説明する。上記本発明にかかる受信装置1aでは、P個のアンテナ2a, …, 2bを経由してP個の送信信号を受け取り、まず、ダウンコンバート部4a, …, 4bが、発振器3の生成する周波数に基づいて受け取ったP個の信号をそれぞれダウンコンバートする。つぎに、A/D変換部5a, …, 5bが、ダウンコンバート後のP個のアナログ信号をそれぞれデジタル信号(以降、単に受信信号と呼ぶ)に変換し、さら

にに基づいて、以下の(6) (7)式を用いて受信信号を補正する。

$$\cdots (6)$$

$$\cdots (7)$$

に、復調部6aが、A/D変換後のP個の受信信号を用いて復調処理を行い(本発明の特徴である復調部6aの詳細については後述する)、最後に、誤り訂正部7が、復調後の信号に対してデインターリーブ処理および復号処理等の誤り訂正処理を行う。

【0066】つぎに、受信装置1a内の復調部6aの動作を詳細に説明する。図9は、実施の形態3の復調部6aの構成を示す図である。図9において、21a, …, 21bはP個の周波数オフセット補正值推定部であり、22a, …, 22bはP個の周波数オフセット補正部であり、23aは等化器であり、24は合成部である。なお、上記各周波数オフセット補正值推定部の構成および動作については、先に説明した周波数オフセット補正值推定部22と同様であるため、同一の符号を付してその説明を省略する。

【0067】周波数オフセット補正值推定部21a～21bでは、それぞれに対応した受信信号を受け取り、個別に前述した実施の形態1の周波数オフセット補正值推定部21と同様の処理を行い、それぞれ周波数オフセットの補正值を出力する。合成部24では、周波数オフセット補正值推定部21a～21bから出力されるP個の周波数オフセットの補正值を受け取り、その後、それらの補正值の平均を計算し、この平均値を周波数オフセットの補正值として出力する。

【0068】周波数オフセット補正部22a～22bでは、それぞれに対応した受信信号と、上記平均値と、を受け取り、個別に前述した実施の形態1の周波数オフセット補正部22と同様の処理を行い、それぞれ周波数オフセットの補正処理を行う。最後に、等化器23aでは、補正後のP個の受信信号を受け取り、周波数選択性フェージングなどのマルチパスによるひずみを考慮して復調を行い、その復調結果を誤り訂正部7に対して出力する。なお、等化器については、先に説明した実施の形態1と同一のものを使用することとする。

【0069】このように、本実施の形態においては、実施の形態1と同様の効果が得られるとともに、たとえば、ダイバーシチ受信が可能な構成を備えることで、さらに品質の良い通信を実現することが可能となる。

【0070】なお、前述した実施の形態1と同様に、周波数オフセット補正值推定部21a～21bが、(1)式および(3)式の処理だけを行う構成とした場合、合成部24では、P個の複素数の周波数オフセットの推定値の総和を計算し、その総和を共通の複素数の周波数オフセットの推定値として出力する。そして、周波数オフ

セット補正部22a～22bでは、それぞれに対応した受信信号と上記総和とを受け取り、前述した実施の形態1と同様に、個別に(2)式および(4)式の処理を行う。

【0071】実施の形態4. 図10は、本発明にかかる受信装置の実施の形態4の構成を示す図であり、詳細には、実施の形態4における復調部6aの構成を示す図である。図10において、51は平均化部であり、52a, …, 52bは周波数オフセット補正部である。なお、他の構成については、先に説明した実施の形態3の図9と同様であるため、同一の符号を付してその説明を省略する。以降、本実施の形態では、前述の実施の形態3と異なる部分についてのみ説明を行う。

【0072】たとえば、平均化部51では、前述の合成部24が出力する周波数オフセット補正值に対して平均化を実施する。また、P個の周波数オフセット補正部52a, …, 52bでは、平均化部51が出力する共通の補正值に基づいて、個別に、前述した(6)(7)式を用いて受信信号を補正する。

【0073】なお、本実施の形態においては、周波数オフセット補正部22a, …, 22bが、周波数オフセット補正部52a, …, 52bにて補正できなかった周波数オフセット成分に対して、それぞれ受信信号の補正を行う。また、周波数オフセット補正部22a, …, 22bを省いた構成とすることで回路構成を簡素化することとしてもよい。

【0074】このように、本実施の形態においては、実施の形態3と同様のダイバーシチの効果が得られるとともに、複数フレームにわたって周波数オフセットの推定値を平均化することで、より精度の高い周波数オフセットの推定が可能となり、そして、この推定値をもとに周波数オフセットを補正することで、さらに品質の良い通信を実現することができる。

#### 【0075】

【発明の効果】以上、説明したとおり、本発明によれば、伝送路の状態などの通信条件により利用する周波数オフセットの推定値を選択し、さらに、選択された周波数オフセットの推定値に基づいて、受信信号における周波数オフセットに依存したひずみを補正することで、マルチパスによる符号間干渉が存在するような通信環境においても、良好な通信品質を実現できる、という効果を奏する。

【0076】つぎの発明によれば、複数フレームにわたって周波数オフセットの推定値を平均化することで、より精度の高い周波数オフセットの推定が可能となり、さらに、この推定値をもとに周波数オフセットを補正することで、より良好な通信品質を実現できる、という効果を奏する。

【0077】つぎの発明によれば、複数フレームにわたって周波数オフセットの推定値を平均化することで、よ

り精度の高い周波数オフセットの推定が可能となり、さらに、この推定値をもとに発振器を直接制御することで、より良好な通信品質を実現できる、という効果を奏する。

【0078】つぎの発明によれば、周波数オフセット補正手段を省いた構成とすることで、従来の受信装置よりも良好な通信品質を実現しつつ、さらに、回路構成を簡素化することができる、という効果を奏する。

【0079】つぎの発明によれば、伝送路の状態などの通信条件により利用する周波数オフセットの推定値を選択し、選択された周波数オフセットの推定値に基づいて周波数オフセットに依存したひずみを補正する構成に加えて、さらに、ダイバーシチ受信が可能な構成を備えることで、さらに品質の良い通信を実現することができる、という効果を奏する。

【0080】つぎの発明によれば、複数フレームにわたって周波数オフセットの推定値を平均化することで、より精度の高い周波数オフセットを推定し、この推定値をもとに周波数オフセットを補正する構成に加えて、ダイバーシチ受信が可能な構成を備えることで、さらに品質の良い通信を実現することができる、という効果を奏する。

【0081】つぎの発明によれば、複数フレームにわたって周波数オフセットの推定値を平均化することで、より精度の高い周波数オフセットを推定し、この推定値をもとに発振器を直接制御する構成に加えて、ダイバーシチ受信が可能な構成を備えることで、さらに品質の良い通信を実現することができる、という効果を奏する。

【0082】つぎの発明によれば、周波数オフセット補正手段を省いた構成にするとともに、ダイバーシチ受信が可能な構成を備えることで、従来の受信装置よりも良好な通信品質を実現しつつ、さらに、回路構成を簡素化することができる、という効果を奏する。

【0083】つぎの発明によれば、後続の周波数オフセット補正手段が、推定値切替え手段出力の補正值に基づいて正確に受信信号を補正できるため、その後、等化手段により復調精度を大幅に向上させることができる、という効果を奏する。

【0084】つぎの発明によれば、たとえば、伝送路遅延の推定値と2つの固定パターン間の長さとの比較結果、もしくは、雑音電力の推定値とある特定のしきい値(電力)との比較結果、に基づいて、第1の周波数オフセット推定手段出力の周波数オフセットの推定値、または第2の周波数オフセット推定手段出力の周波数オフセットの推定値、のいずれか一方を選択する。これにより、周波数オフセットの推定精度を大幅に向上させることができるため、正確に周波数オフセットを補正できる、という効果を奏する。

【0085】つぎの発明によれば、たとえば、伝送路遅延の推定値と2つの固定パターン間の長さとの比較結果

に基づいて、第1の周波数オフセット推定手段出力の周波数オフセットの推定値、または第2の周波数オフセット推定手段出力の周波数オフセットの推定値、のいずれか一方を選択する。これにより、周波数オフセットの推定精度を大幅に向向上させることができるため、正確に周波数オフセットを補正できる、という効果を奏する。

【0086】 つぎの発明によれば、到來パスの電力から明確な判定基準（しきい値）を設けることができ、さらに正確な遅延量を知ることができるために、推定値選択手段が、推定値切替え手段の切り替え制御を容易かつ高精度に実施できる、という効果を奏する。

【0087】 つぎの発明によれば、雑音電力から明確な判定基準（しきい値）を設けることができ、さらに正確な遅延量を知ることができるために、推定値選択手段が、推定値切替え手段の切り替え制御を容易かつ高精度に実施できる、という効果を奏する。

【0088】 つぎの発明によれば、到來パスの電力または雑音電力から明確な判定基準（しきい値）を設けることができ、さらに正確な遅延量を知ることができるために、推定値選択手段が、推定値切替え手段の切り替え制御を容易かつ高精度に実施できる、という効果を奏する。

#### 【図面の簡単な説明】

【図1】 本発明にかかる受信装置の実施の形態1の構成と、既知の送信装置の構成を示す図である。

【図2】 送信装置によって生成される送信フレームフォーマットの一例を示す図である。

【図3】 送信装置によって生成される送信フレームフ

ォーマットの一例を示す図である。

【図4】 実施の形態1の復調部の構成を示す図である。

【図5】 推定方式選択部の構成例を示す図である。

【図6】 伝送路遅延推定部における伝送路遅延の推定方法を示す図である。

【図7】 実施の形態2における復調部の構成を示す図である。

【図8】 本発明にかかる受信装置の実施の形態3の構成を示す図である。

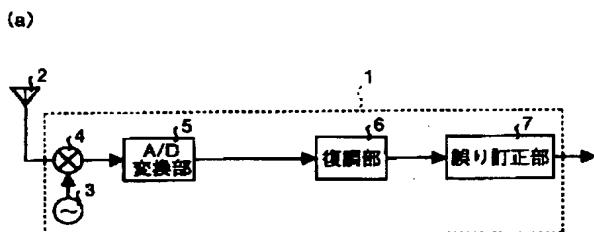
【図9】 実施の形態3の復調部の構成を示す図である。

【図10】 実施の形態4における復調部の構成を示す図である。

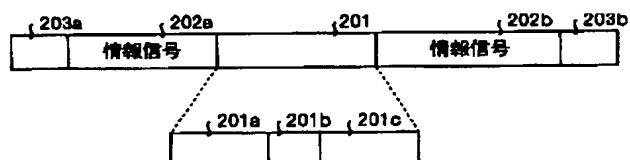
#### 【符号の説明】

1, 1a 受信装置、2, 2a, 2b, 16 アンテナ、3, 14 発振器、4, 4a, 4b ダウンコンバート部、5, 5a, 5b A/D変換部、6, 6a 復調部、7 誤り訂正部、11 送信装置、12 送信データ生成部、13 変調部、15 アップコンバート部、21, 21a, 21b 周波数オフセット補正值推定部、22, 22a, 22b 周波数オフセット補正部、23, 23a 等化器、24 合成部、31 第1の周波数オフセット推定部、32 第2の周波数オフセット推定部、33 推定方式選択部、34 補正值切替え部、41 伝送路遅延推定部、42 雜音電力推定部、43 推定方式判定部、51 平均化部、52, 52a, 52b 周波数オフセット補正部。

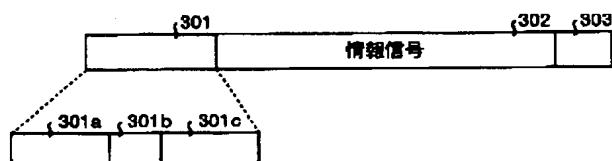
【図1】



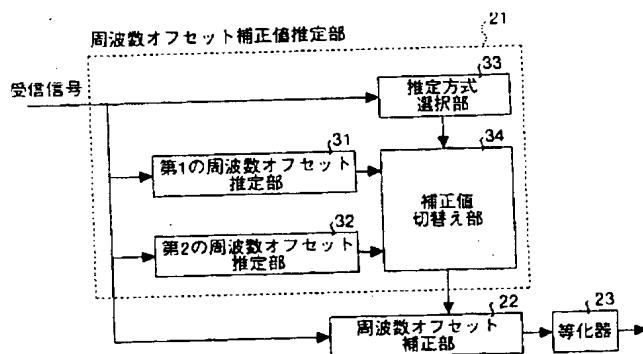
【図2】



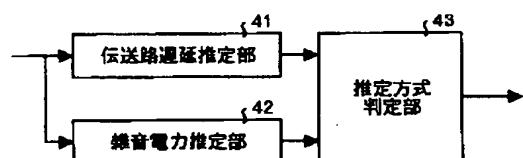
【図3】



【図4】

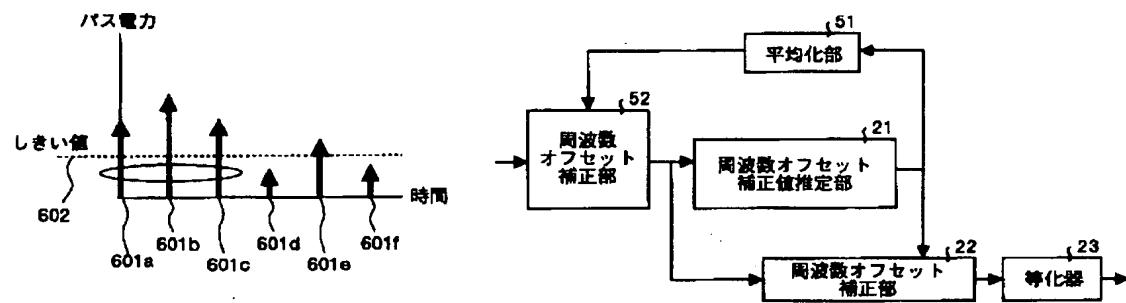


【図5】



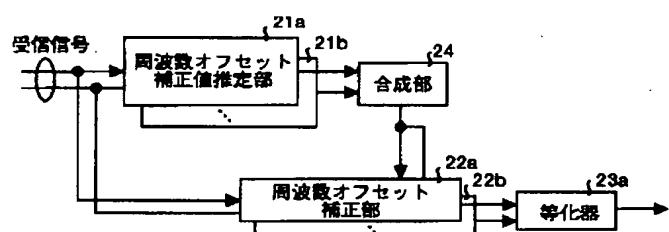
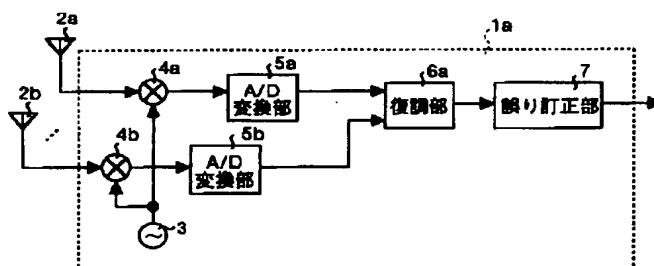
【図6】

【図7】



【図8】

【図9】



【図10】

